



УДК 621.33

Бурда Евгений Маркович, доцент, к.т.н., доцент кафедры электротехники и электрооборудования объектов водного транспорта ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Попов Сергей Васильевич, доцент, к.т.н., доцент кафедры электротехники и электрооборудования объектов водного транспорта ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПА РАЗГОНА ГРЕБНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ КОЛЕСНОГО СУДНА

Ключевые слова: гребной электродвигатель, упор колеса, регулирование скорости вращения колеса, коэффициент полезного действия электродвижения.

Аннотация. Для оптимизации потребления топлива дизель-генераторами, работающими на систему электродвижения, возможно определить эффективный темп разгона судна. Предлагается поддерживать кажущееся скольжение колеса в зоне максимального КПД с помощью регулирования задающих параметров преобразователя частоты.

В настоящее время в Нижегородской области построены и введены в эксплуатацию три прогулочных мелкосидящих пассажирских колесных судна с колесным движительно-рулевым комплексом (КДРК) проекта ПКС40 - «Сура», «Колесовъ» и «Доброходъ». Конструкция колесного ДРК обеспечивает изменение величины и направления вектора тяги путем изменения соотношения числа оборотов и направления вращения гребных колес [1,2]. В данный момент на заводе «ЛОТОС» в г. Астрахани строится круизный лайнер с КДРК проекта ПКС180.

Основные задачи при проектировании КДРК - это:

1. Определение развиваемого движителем упора;
2. Работа при максимально возможном КПД электродвижения.

Исследования показали, что основное влияние на эти параметры оказывают:

- диаметр колеса - D , м,
 - скорость вращения колеса - n , об/мин.,
 - кажущееся скольжение $S=1-V/C$,
- где V - скорость судна, м/с;

C - линейная скорость плицы колеса, м/с.

На рис.1 представлен график КПД колесного движителя в функции кажущегося скольжения S .

График построен по известному уравнению [3]

$$\eta = (0,5 + 0,6 \cdot \sqrt[3]{S})(1 - S).$$

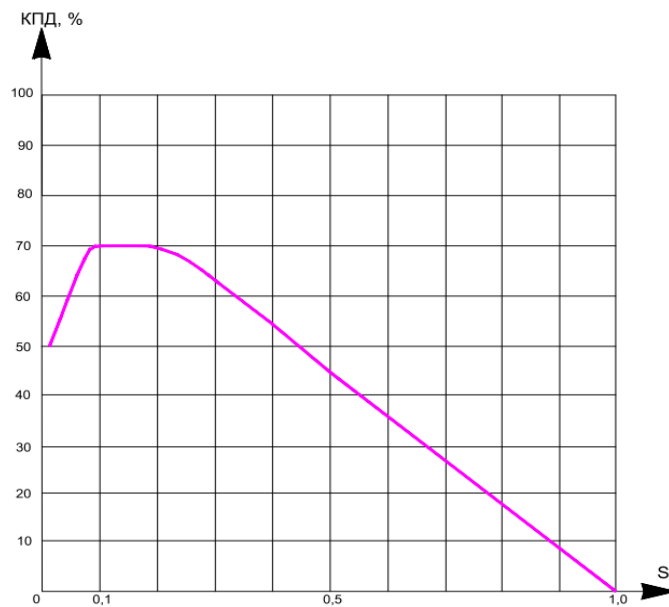


Рис. 1. Зависимость КПД от кажущегося скольжения S

Следует отметить, что поддержание оптимального КПД колеса эффективно при плавном разгоне судна или движения судна на скоростях 0,5-0,8 от максимальной скорости судна. При экстренном маневрировании и движении на максимальных скоростях на первое место выходит создание необходимого упора, а не поддержание заданного кажущегося скольжения.

Для поддержания оптимального КПД при плавном разгоне судна была разработана структурная схема (рис. 2).

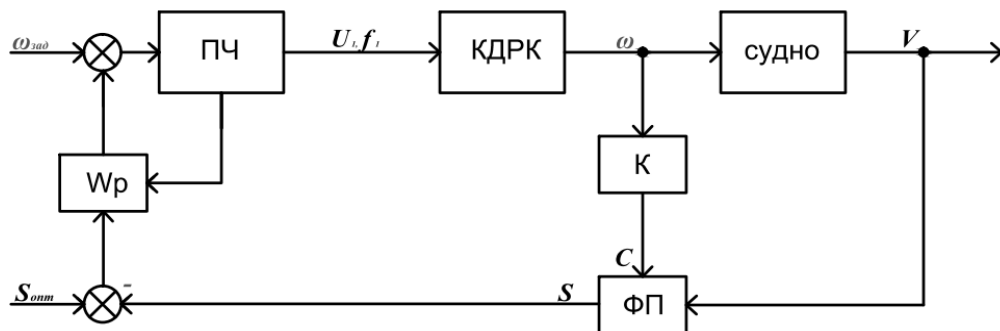


Рис.2. Структурная схема поддержания оптимального КПД колеса при разгоне судна

Структурная схема содержит модель судна, полученную в результате модельных испытаний в опытовом бассейне ВГУВТ (рис. 3) [4], Для определения сил и моментов, возникающих вследствие вращения колесного движителя (КДРК) судна был произведен расчет в пакете вычислительной газодинамики ANSYS CFX [5]. В функциональном преобразователе ФП вычисляется величина кажущегося скольжения S . На вход регулятора Wr кажущегося скольжения поступает разность сигналов $S_{опт}$ и S . Сигнал с выхода регулятора снижает сигнал задания на входе преобразователя частоты (ПЧ), уменьшая темп разгона электродвигателя колеса. Вспомогательный сигнал с ПЧ блокирует снижение темпа разгона при скорости вращения колеса менее 0,3 максимальной и более 0,8 максимальной скорости вращения колеса. Регулятор Wr выполнен апериодическим звеном первого порядка. Преобразователь частоты представлен интегрирующим звеном с отсечкой.

Результаты моделирования представлены на рис. 4 и рис. 5.

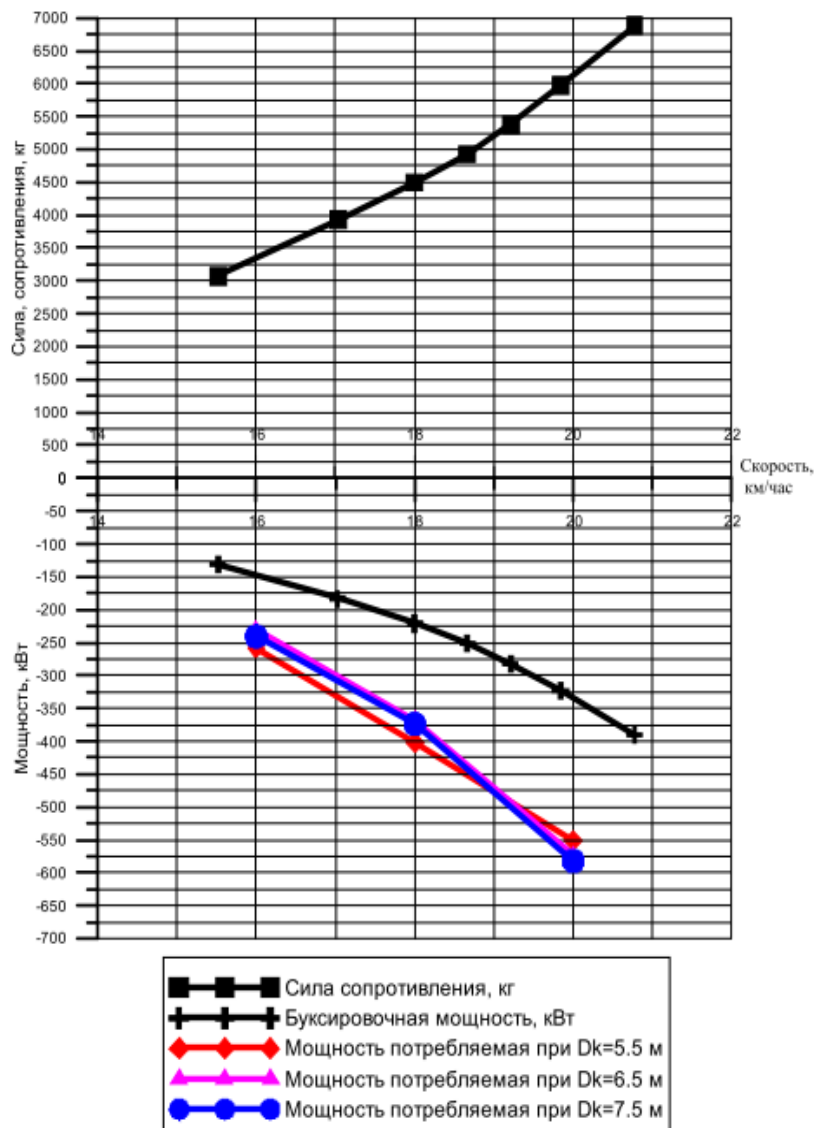


Рис. 3. Модель судна по испытаниям в бассейне ВГУВТ

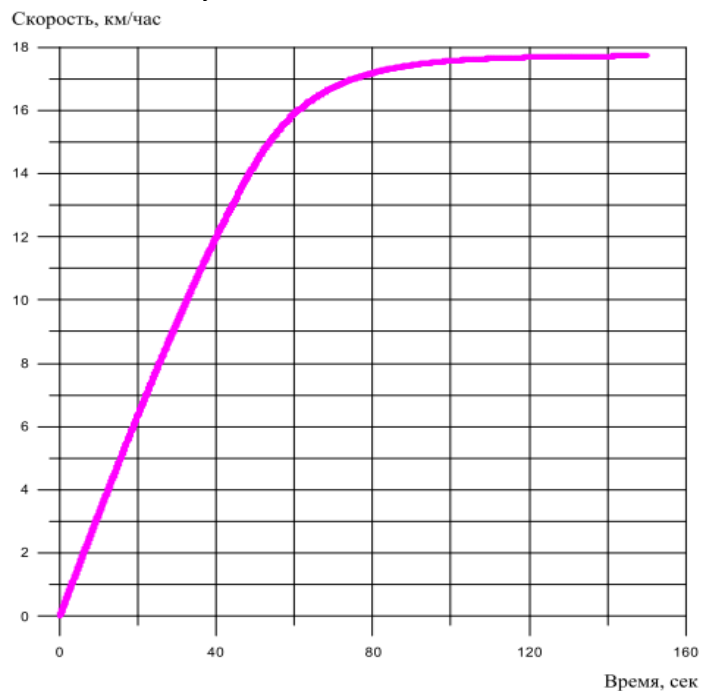


Рис. 4. Разгон судна без оптимизации КПД

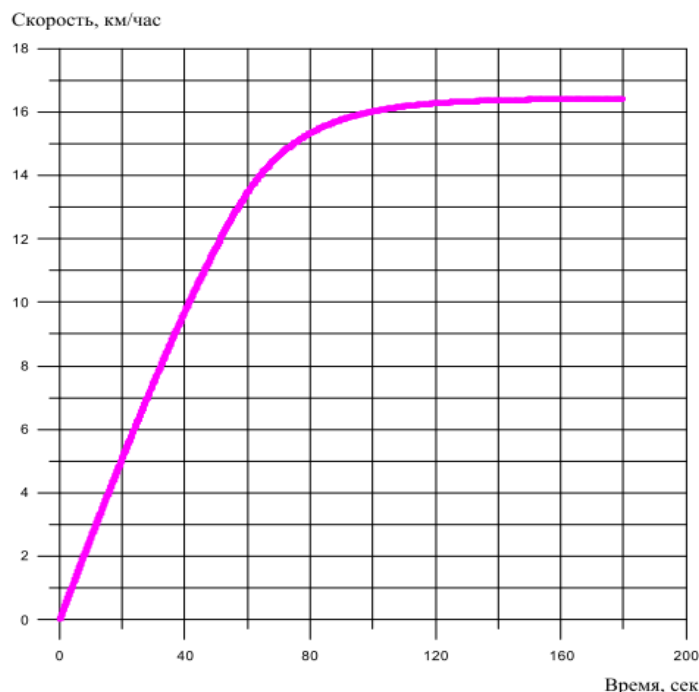


Рис.5. Разгон судна при оптимальном КПД

При максимально возможном темпе разгона судна (рис. 4) КПД колеса не превышает 30%. При этом оптимальный КПД находится в районе 65-70%. Время выхода судна на заданную скорость при оптимизации КПД увеличивается в 1,5 раза, но при этом оптимизация темпа разгона судна позволяет сэкономить около 10% топлива.

Список литературы:

- [1] Бурда Е.М. Система электродвижения пассажирского судна «Сура-2». Великие реки 2013/ ВГАВТ: труды 15-го междунар. науч.-пром. форума: в 2 т. - Н. Новгород, 2013. - Т.2. - С. 386-388.
- [2] Бурда Е.М., Галкин Д.Н., Корнев А.Б. Инновационная гребная электрическая установка пассажирского колесного судна. Речной транспорт (XXI век), 2016. - №1(77) - С 24-26.
- [3] Судовые движители / М. Я. Алферьев. - М. : Водный транспорт, 1938. - 651 с.
- [4] Определение буксировочной мощности ряда вариантов судна проекта ПКС180 с КДРК. Отчет о НИР, ООО «Мета-Ком», рук. Ермишин В.А. 2017. – 79 с.
- [5] Расчетное определение гидродинамических характеристик ряда вариантов колесного движительно-рулевого комплекса (КДРК) судна проекта ПКС180. Отчет о НИР, ООО «Мета-Ком», рук. Ермишин В.А. 2017. - 134с.

AUTOMATIC REGULATION OF THE RATE OF ACCELERATION PADDLE WHEEL MOTOR VESSEL

Evgeny M. Burda, Sergey V. Popov

Key words: propeller, the motor, the focus wheel, the control wheel speed, the efficiency of electric propulsion systems.

To optimize the fuel consumption of diesel generators working on the electric propulsion system, it is possible to determine the effective rate of acceleration of the vessel. It is proposed to maintain the apparent slip of the wheel in the zone of maximum efficiency by adjusting the setting parameters of the frequency Converter.

popovsev3@yandex.ru тел. 89616325502